

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CAMPUS DE DRACENA**

Pedro Pilz Borba Brunelli

**IMPACTO DA DENSIDADE DE ALOJAMENTO DE GALINHAS
VERMELHAS EM PICO DE POSTURA SOBRE A QUALIDADE DE
OVOS**

Dracena

2025

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CAMPUS DE DRACENA

Pedro Pilz Borba Brunelli

**IMPACTO DA DENSIDADE DE ALOJAMENTO DE GALINHAS
VERMELHAS EM PICO DE POSTURA SOBRE A QUALIDADE DE
OVOS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas
– Unesp, Câmpus de Dracena como parte das
exigências para obtenção do título de
Zootecnista.

Orientador: Profa. Assoc. Valquíria Cação da Cruz

Dracena

2025



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Dracena



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
UNESP – CÂMPUS DE DRACENA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: Impacto da densidade de alojamento de galinhas vermelhas em pico de postura sobre a qualidade de ovos.

Modalidade: **Atividade de pesquisa**

Autor: Pedro Pilz Borba Brunelli

Orientador (a): **Profa. Assoc. Valquíria Cação da Cruz**

Co-orientador(es):

Número de Créditos: 15

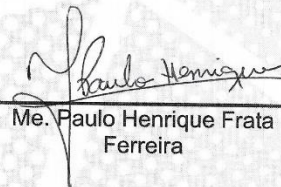
Data da aprovação e correção de acordo com as sugestões da Banca: 07/11/2025



Profa. Assoc. Valquíria
Cação da Cruz



Profa. Dra. Sirlei Aparecida
Maestá



Me. Paulo Henrique Frata
Ferreira

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a **Deus**, por me conceder força, saúde e coragem para concluir mais esta etapa da minha vida.

A minha mãe **Ana Lúcia**, que desde sempre me incentivou a correr atrás das minhas metas e sempre me permitiu sonhar, sendo essencial para minha formação como pessoa sempre incentivando minha curiosidade a respeito das coisas.

A meu tio **Raphael** e minha tia **Andrea** por todo acolhimento, apoio e direcionamento durante estes anos, vocês foram fundamentais para que tudo isso acontecesse, sem vocês nada disso teria sido possível.

A meus primos **Gabriel** e **Henrique**, que estiveram presentes em diversos momentos dessa trajetória, tornando tudo mais leve, mesmo que cada um á sua maneira.

À minha orientadora, **Profa. Valquíria Cação da Cruz**, primeiramente pela oportunidade que me foi dada, por sua orientação firme e generosa, por acreditar no meu potencial e me acolher em seu grupo de estudos com dedicação, mesmo diante das dificuldades. Seu apoio foi fundamental para a concretização deste trabalho.

Ao grupo **LANSA**, por ter me acolhido de maneira tão agradável, sou grato a todos os membros do grupo, em especial a **Pedro Marcos**, **Alison**, **Caroline**, **Bruna**, **Kevin** e **Manuely**, que auxiliaram durante todo o período do trabalho, a dedicação e espírito de colaboração foram fundamentais para a concretização dessa etapa.

Aos meus grandes amigos **Alison Gustavo**, **Gustavo Shirama**, **Igor Henrique**, **Rafael Árabe** e **João Pedro Martins** por toda a lealdade e parceria ao longo destes anos, com certeza essa jornada seria muito mais complicada sem a presença de vocês ao meu lado, mesmo dentre todas as conversas, risadas e brincadeiras a importância de cumprir as tarefas e as obrigações sempre se evidenciou, vocês foram minha família durante essa caminhada e toda essa convivência e aprendizados nunca

serão esquecidos!

À República 4 de Paus, aos integrantes e agregados **Pedro Marcos, Pedro Miguel, Pedro Chiecchi, João Pedro, Adriano, Giovanni, Guilherme, Kevin, João Gerônimo, Ariadne, Bruna, Ana e Brenda** que abriram as portas da república quando eu mais precisei e me apoiaram durante este último período, sendo essenciais para a finalização deste ciclo tão importante para mim.

“O sucesso é a soma de pequenos esforços repetidos dia após dia” (Orwell, 1984).

Comissão de Ética no Uso de Animais

Certificado

Certificamos que a proposta intitulada “Impacto da densidade de alojamento de galinhas vermelhas em pico de postura sobre o desempenho zootécnico, custo de produção e qualidade de ovos”, registrada com o nº **18/2025.R1 – CEUA**, sob a responsabilidade do(a) Prof(a). Dr.(a) Valquíria Cação da Cruz – que envolve a produção, manutenção ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto humanos), para fins de **pesquisa científica** – encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovada pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS – CEUA da Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas da UNESP - Câmpus de Dracena, em **19/11/2025**.

Dracena, 26 de
novembro de 2025.



Prof. Dr. Murillo Ceola Stefano Pereira

Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais

RESUMO

A evolução tecnológica e produtiva tem se acentuado cada vez mais na avicultura de postura, exigindo estudos que permitam otimizar o uso das instalações sem comprometer a qualidade dos produtos e o bem-estar animal. Assim, o presente estudo objetivou avaliar o efeito de diferentes densidades de alojamento sobre a qualidade dos ovos de galinhas poedeiras vermelhas em pico de postura. Para isso, foi conduzido um estudo utilizando 96 galinhas poedeiras da linhagem *Hy-Line Brown* com 35 semanas de idade, ou seja, em pico de postura, por um período experimental de 35 dias. Foi adotado o delineamento inteiramente casualizado, constituído de três tratamentos definidos pelo número de aves por gaiola (2.500 cm²): 2 galinhas na densidade de 1.250 cm²/ave (tratamento 1); 4, com 625 cm²/ave (tratamento 2) e 6, com 416 cm²/ave (tratamento 3), e oito repetições por tratamento. Nos três últimos dias do experimento (33°, 34° e 35° dias) foram coletados e analisados dois ovos por unidade experimental, para realização das seguintes análises: gravidade específica (GE), altura de albúmen (AA), índice de albúmen (IA), índice de gema (IG) e peso da casca (PC). No 36° dia do experimento, 16 ovos por tratamento (2 /repetição) foram enviados a laboratório externo à Universidade para avaliações específicas de qualidade: unidade Haugh (UH), espessura da casca (EC), coloração da gema (CG) e resistência a quebra (RQ). Os dados foram submetidos a análise de variância para avaliar o efeito dos tratamentos, e quando significativos, foi realizado o teste de Tukey para comparação das médias. Os resultados demonstraram que não houve diferença significativa ($P > 0,05$) nas características qualitativas dos ovos nas diferentes densidades de alojamento analisadas (2, 4 ou 6 aves/gaiola). Diante do exposto, conclui-se que, se implementada de maneira correta e respeitando-se as condições adequadas de manejo e ambiência, o aumento na densidade de alojamento não influencia a qualidade interna e externa dos ovos, possibilitando o melhor aproveitamento das instalações sem prejuízo à qualidade dos ovos.

Palavras-chave: aves de postura; características qualitativas de ovos; gravidade específica; taxa de lotação; unidade Haugh.

ABSTRACT

Technological and productive advances in the egg production industry have increased rapidly, requiring studies that optimize the use of housing systems without compromising product quality or animal welfare. Therefore, the present study aimed to evaluate the effect of different stocking densities on egg quality in red laying hens at peak production. A total of 96 Hy-Line Brown hens, 35 weeks of age, were used in a 35-day experimental period. A completely randomized design was adopted, consisting of three treatments defined by the number of birds per cage (2,500 cm²): 2 hens with 1,250 cm²/bird (treatment 1); 4 hens with 625 cm²/bird (treatment 2); and 6 hens with 416 cm²/bird (treatment 3), with eight replicates per treatment. During the last three days of the experiment (33rd, 34th and 35th days), two eggs per experimental unit were collected and analyzed for specific gravity (GE), albumen height (AA), albumen index (IA), yolk index (IG), and shell weight (PC). On the 36th day, 16 eggs per treatment (2 per replicate) were sent to an external laboratory for additional quality assessments: Haugh unit (UH), shell thickness (EC), yolk color (CG), and shell breaking strength (RQ). Data were subjected to analysis of variance, and when significant, means were compared using Tukey's test. The results indicated no significant differences ($P > 0.05$) in any of the qualitative egg traits among the different stocking densities evaluated (2, 4, or 6 hens per cage). Therefore, it can be concluded that, when correctly implemented and respecting appropriate management and environmental conditions, increasing stocking density does not impair internal or external egg quality, allowing better use of housing facilities without compromising egg quality.

Keywords: laying hens; egg quality traits; specific gravity; stocking density; Haugh unit.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Galinhas poedeiras da linhagem <i>Hy-Line Brown</i> , com 30 semanas de idade-----	19
Figura 2. Galinhas distribuídas nas gaiolas em função dos tratamentos-----	19
Figura 3. Ovo imerso em solução salina à 1,090 g/mL-----	21
Figura 4. Medição dos diâmetros (A) e altura (B) do albúmen denso com paquímetro digital-----	21
Figura 5. Cascas dos ovos após 24h em estufa de secagem-----	23
Figura 6. <i>Digital Egg Tester</i> DET-6000-----	23
Figura 7. Micrômetro para aferição da espessura da casca-----	25
Figura 8. Resultados impressos-----	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Qualidade de ovos de galinhas poedeiras vermelhas em pico de postura criadas em diferentes densidades.....	27
---	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS.....	14
2.1 Objetivo Geral.....	14
2.2 Objetivos Específicos.....	14
3 REVISÃO DE LITERATURA	15
3.1 Avicultura de postura	15
3.2 Densidade de alojamento de galinhas poedeiras.....	15
3.3 Qualidade de ovos de galinhas poedeiras em diferentes densidades	17
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	18
4.1 Declaração de ética	18
4.2 Instalação, animais e dieta experimental	18
4.3 Condições Climáticas no período experimental (15 de janeiro a 23 de fevereiro de 2025).....	20
4.4 Características avaliadas	20
4.4.1 Gravidade específica (GE).....	20
4.4.2 Altura do albúmen (AA).....	21
4.4.3 Índice de albúmen (IA)	21
4.4.4 Índice de gema (IG)	22
4.4.5 Peso de casca (PC)	22
4.4.6 Peso do ovo (PO)	23
4.4.7 Resistência à quebra (Kgf)	24
4.4.8 Unidade Haugh (UH)	24
4.4.9 Coloração da gema (CG)	24
4.4.10 Espessura da casca (EC)	24
4.5 Impressão dos resultados coletados	25
4.6 Análise estatística.....	26
5 RESULTADO E DISCUSSÃO	26
6 CONCLUSÃO	28
REFERÊNCIAS	29

1 INTRODUÇÃO

Com o crescente aumento populacional é inevitável que a demanda de alimentos cresça também, e assim, a viabilização de uma produção eficiente se torna indispensável para que essa demanda seja atendida.

A produção de ovos vem se intensificando cada vez mais no Brasil e no mundo. Segundo o relatório anual da Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA, 2025), a produção saltou de 2023 para 2024 em 9,98%, totalizando 57.682.974.755 ovos produzidos no ano de 2024, dos quais 99,14% foram direcionados ao mercado interno e apenas 0,86% para exportação. Para maximização dessa produção, ao longo dos anos foi adotada a prática de aumento do número de animais por gaiola, com o intuito de suprir o crescente aumento da necessidade de alimentos de qualidade (Bist *et al.*, 2024; Alig *et al.*, 2025).

Para avaliar os efeitos dessa intensificação de produção sobre a qualidade dos ovos é essencial equilibrar produtividade, sustentabilidade e qualidade na avicultura. Esse aumento na densidade pode gerar ao produtor um melhor aproveitamento das instalações e a redução dos custos por unidade produzida, entretanto pode-se também obter impactos negativos sobre as aves, como por exemplo o aumento do estresse e disputas por espaço, comprometendo o bem-estar animal, e consequentemente, as características qualitativas do produto final (Von Eugen *et al.*, 2019; Geng *et al.*, 2020). Essa qualidade é indispensável não apenas para garantir o bem-estar das aves, mas o valor comercial do produto em si, uma vez que ovos de baixa qualidade, seja interna ou externa são menos aceitos pelo mercado consumidor, levando a um menor rendimento final ao produtor (Alig *et al.*, 2023).

Uma série de características físicas define a qualidade dos ovos, entre elas: altura do albúmen, unidade Haugh, cor da gema, resistência a quebra, peso e espessura da casca, entre outras. Essas características acabam determinando não apenas o valor comercial do produto, mas também sua aceitação pelo mercado e segurança alimentar (Silva Neto *et al.*, 2024). Estudos recentes (Sharma *et al.*, 2022; Uysal *et al.*, 2024; Tainika *et al.*, 2024) têm apontado que o ambiente de alojamento dos animais, incluindo fatores como espaço individual, ventilação e densidade podem influenciar essas variáveis qualitativas. A variação no espaço por ave (4, 5 e

6 aves por gaiola) teve impacto significativo no tamanho dos ovos analisados e na espessura da casca dos mesmos, sugerindo que a densidade deve ser também um dos fatores qualitativos dos ovos a ser considerado, pois afeta não somente o desempenho produtivo dos animais, mas também sua qualidade (Akyol *et al.* 2024).

Adversidades ambientais causadas pelo aumento da densidade podem afetar o metabolismo de proteínas, cálcio e fósforo, podendo influenciar variáveis como peso e espessura da casca, altura de albúmen, e unidade Haugh. (ZaaZaa *et al.*, 2023; Alig. *et al.*, 2025;). Em condições de competitividade por recursos as aves podem apresentar menor eficiência na deposição mineral e na síntese de albumina, ocasionando ovos com menor viscosidade interna e cascas mais frágeis, características essas indesejáveis tanto para a indústria de processamento quanto para o seu consumo *in natura* (Jin *et al.*, 2021). Trabalhos recentes também indicam que aspectos sensoriais e nutricionais como a pigmentação da gema e a integridade das membranas internas também são afetados pela densidade de criação, indicando que a qualidade do ovo é influenciada não somente pelo potencial genético do animal, mas também pelas condições estruturais e ambientais das quais são submetidos (Akyol *et al.*, 2024; Silva Neto, 2024).

Assim torna-se evidente que a qualidade dos ovos pode ser afetada de diversas maneiras pelo aumento na densidade de criação e sua avaliação é fundamental para que ovos de elevado padrão comercial sejam produzidos, tornando-se imperativo deixar claro que a finalidade não é apenas verificar quantas aves cabem por metro quadrado, mas analisar como essa densidade afeta diretamente a qualidade do produto final.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de diferentes densidades de alojamento sobre a qualidade dos ovos de galinhas poedeiras vermelhas em pico de postura.

2.2 Objetivos Específicos

Avaliar a qualidade interna (gravidade específica, altura de albúmen, unidade Haugh, coloração da gema, índice de albúmen e de gema) e externa (espessura e peso de casca, e resistência à quebra) de ovos de galinhas poedeiras vermelhas em pico de postura.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Avicultura de postura

A avicultura de postura tem se consolidado cada vez mais no Brasil e no mundo, impulsionada não só pelo aumento populacional, mas também pelas alterações no padrão de consumo da população. Este setor desempenha papel fundamental na segurança de alimentos e no fornecimento de proteína de qualidade a um custo relativamente inferior às demais opções (Birhanu *et al.*, 2023).

Segundo o relatório anual realizado pela Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA) a produção saltou de 2023 para 2024 em 9,98%, totalizando 57.682.974.755 ovos no ano de 2024 - 99,14% direcionados ao mercado interno e apenas 0,86%, para exportação. Com esse aumento, o Brasil demonstra o potencial de sua produção e a necessidade de constantes aprimoramentos e estratégias que conciliam produtividade, qualidade, manejo, bem-estar e nutrição dentro da área.

Além de ser uma importante reserva de proteínas, lipídios, vitaminas e minerais, o ovo de galinha contém substâncias promotoras da saúde e preventivas de doenças, o que o torna um alimento funcional (Mazzuco, 2007). Esse fato, combinado com o preço reduzido em relação a outras proteínas, o transforma em um alimento amplamente consumido pela população. Em 10 anos, o consumo de ovos per capita no Brasil saltou em quase 100 unidades, passando de 182 unidades (2014) para 269 unidades (2024), uma diferença de 87 ovos por pessoa a mais consumidos no ano (ABPA, 2025).

Com esse aumento constante na demanda de ovos, a intensificação da produção se torna inevitável, assim como sua tecnificação. Um dos métodos utilizados para esse aumento produtivo é a elevação na densidade de alojamento das galinhas dentro das gaiolas, com o intuito de alojar mais animais dentro do mesmo ambiente e reduzir os custos de alojamento e equipamentos por ave. Esse aumento exerce influência direta sobre o comportamento, fisiologia e até mesmo sobre o desempenho produtivo dos animais, podendo interferir ainda na qualidade dos ovos (Janicka *et al.*, 2025).

3.2 Densidade de alojamento de galinhas poedeiras

A população mundial vem apresentando um crescimento contínuo durante as últimas décadas, fator que tem acarretado uma demanda cada vez

maior por alimentos de origem animal. Segundo as projeções da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (“Food and agriculture projections to 2050/Global Perspectives Studies/Food and Agriculture Organization of the United Nations”, 2018), até 2050 a população global deve ultrapassar 9,7 bilhões de pessoas, exigindo um aumento estimado de 60% na área de produção de alimentos para atender o consumo mundial. Com essas projeções, o setor agropecuário enfrenta grandes desafios, tornando necessária a expansão de sua produtividade de maneira sustentável, devendo conciliar fatores como bem-estar animal, responsabilidade ambiental e eficiência econômica.

A intensificação da criação de galinhas poedeiras levou ao aumento do número de ovos, à diminuição dos preços e, no geral, fez com que os ovos se tornassem uma fonte extremamente acessível de proteína a todas as classes de renda (Alig *et al.*, 2025). Essa produção é essencial para manter a segurança dos alimentos da população, contribuindo significativamente para a disponibilização de alimento de alto valor biológico para a sociedade como um todo. Esse avanço acaba exigindo a otimização dos recursos disponíveis e novas estratégias de produção na área (SINGH *et al.*, 2022).

O inevitável crescimento dos sistemas de produção animal gera uma necessidade de intensificação na produção e uma das formas de se obter elevação na produção sem aumento físico das instalações é incrementar o número de animais por gaiola, prática que viabiliza a redução nos custos de infraestrutura e equipamentos (Gül; Yildiz; Olgun, 2022). Apesar da eficiência do ponto de vista econômico e produtivo, ocorre a necessidade de atentar-se a aspectos como bem-estar, nutrição e comportamento dos animais, tendo em vista que a redução do espaço individual de cada animal pode acabar impactando diretamente na sua performance produtiva e, consequentemente, na qualidade do ovo (Zinca *et al.*, 2024).

A redução da área da gaiola por ave, assim como da área de comedouro e bebedouro, se praticada em excesso, pode causar efeito negativo no crescimento e desempenho da poedeira, uma vez que pode ocorrer declínio no consumo de ração, como consequente redução no peso vivo, nos desenvolvimentos muscular e esquelético da ave (Pegorini *et al.*, 2010), além de interferir na produção e qualidade dos ovos.

3.3 Qualidade de ovos de galinhas poedeiras em diferentes densidades

A qualidade é fator fundamental na produção e fornecimento de alimentos. Características externas como integridade física, espessura e resistência da casca; e internas tais como unidade Haugh, índice de albúmen e índice de gema estão diretamente ligadas à segurança do alimento e ao seu valor comercial. Fatores como a densidade de alojamento exercem papel fundamental na modulação desses parâmetros. Sob condições de lotação elevada, alterações fisiológicas e comportamentais nas poedeiras podem ser refletidas em alterações nas propriedades físicas dos ovos, reduzindo sua vida útil e sua aceitação pelo mercado (Roberts, 2004; Geng *et al.*, 2020).

Com o aumento da densidade há uma maior variabilidade no acesso à água e no consumo de ração devido à menor disponibilidade de espaço. Esses fatores acabam comprometendo a deposição de nutrientes, como cálcio e fósforo, necessários para que a casca do ovo seja desenvolvida de maneira adequada (Velasco *et al.*, 2016). Quando o consumo e a absorção de cálcio são comprometidos, seja pelo estresse provocado pela alta densidade ou pelo aumento da temperatura dentro da instalação causada pelo maior número de animais aglomerados, pode-se observar uma diminuição na espessura e resistência da casca dos ovos, elevando a ocorrência de ovos quebrados ou rachados durante a coleta, transporte ou comercialização (Geng *et al.*, 2020; Jiang *et al.*, 2022).

Além da possível alteração nos mecanismos nutricionais, a densidade de alojamento também pode influenciar no comportamento das aves de modo a afetar diretamente a qualidade do ovo produzido. Densidades mais altas estão associadas ao aumento de comportamentos que elevam o estresse do animal, como bicamento de penas e agressões, que acabam elevando os níveis hormonais e de estresse, ocasionando alteração no metabolismo geral do animal. Como resultado disso, a qualidade dos ovos produzidos pode cair em função dos níveis de estresse da ave (Hofmann *et al.*, 2021; Von Eugen *et al.*, 2019).

Fisiologicamente, estudos revelam que altas densidades podem comprometer a saúde intestinal dos animais, prejudicando também o metabolismo e a capacidade antioxidante das poedeiras, justificando em parte a diminuição na

qualidade interna dos ovos (Wang *et al.*, 2021).

Embora diversos estudos relatem efeitos negativos da densidade sobre a qualidade de ovos, há uma discrepância entre os resultados. Em alguns casos pode-se observar aumento da produção total por área (m²) às custas da qualidade individual dos ovos; porém, em outros trabalhos há relatos de pouca alteração em variáveis de qualidade quando os animais se encontram em densidade moderada. Essa diversidade de resultados acaba evidenciando a complexa interação entre densidade, nutrição, genética e controle ambiental, reforçando a necessidade de interações positivas entre linhagem e sistema de produção (Geng *et al.*, 2020; Roy *et al.*, 2022).

Em recomendações práticas, a literatura converge para a necessidade de equilibrar a qualidade do produto final e a produtividade da área, implicando na redução da densidade para manutenção do bem-estar dos animais. Além disso, o aferimento e acompanhamento de indicadores de qualidade se torna crucial para permitir intervenções precoces, com o intuito de preservar a qualidade sem sacrificar a eficiência econômica (Sharma *et al.*, 2022; Abraham *et al.*, 2024).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Declaração de ética

Todos os procedimentos realizados foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais - CEUA, da Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas (FCAT) da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, UNESP, Câmpus de Dracena, registrada com o protocolo nº 18/2025 - CEUA.

4.2 Instalação, animais e dieta experimental

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura da Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas (FCAT) da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Câmpus de Dracena, estado de São Paulo, no período de 15 de janeiro a 23 de fevereiro de 2025.

Foram utilizadas 96 galinhas poedeiras da linhagem *Hy-Line Brown*, com 30 semanas de idade (Figura 1), alojadas em aviário de produção, em gaiolas de arame galvanizado com dimensões de 1,00 x 0,50 x 0,50 m (comprimento x profundidade x altura), em sistema convencional de gaiola, com comedouros do tipo frontal e

bebedouros do tipo *nipple*.

Figura 1. Galinhas poedeiras da linhagem *Hy-Line Brown*, com 30 semanas de idade.



Fonte: Arquivo pessoal.

Foi adotado o delineamento inteiramente casualizado, constituído de três tratamentos (Figura 2) definidos pelo número de aves por gaiola (2.500 cm²): 2 galinhas na densidade de 1.250 cm²/ave (tratamento 1); 4 galinhas com 625 cm²/ave (tratamento 2) e 6 galinhas com 416 cm²/ave (tratamento 3), e oito repetições por tratamento.

Figura 2. Galinhas distribuídas nas gaiolas em função dos tratamentos.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O programa de luz usado foi realizado de acordo com o recomendado pelo manual da linhagem, sendo de 16 horas de luz e 8 horas de escuro. A dieta foi a base de milho e farelo de soja, atendendo as exigências nutricionais das aves para a fase de postura, conforme proposto por Rostagno *et al.*, 2024.

4.3 Condições Climáticas no período experimental (15 de janeiro a 23 de fevereiro de 2025)

Durante o período experimental, de 15 de janeiro a 23 de fevereiro de 2025, Dracena (SP) apresentou variações climáticas características do verão, influenciando diretamente o conforto térmico dos animais.

As temperaturas médias mensais oscilaram entre 24,3°C e 30,1°C no período analisado. Em janeiro registrou-se a maior média, 29,2°C, enquanto a maior média em fevereiro foi de 30,1°C (Estação Meteorológica da FCAT - UNESP - Campus de Dracena).

Disponível

em:

<https://estacao.dracena.unesp.br/wxnoaaclimatereports.php>

4.4 Características avaliadas

Nos dias 18, 19 e 20 de fevereiro ocorreram as coletas e análises de qualidade dos ovos no Laboratório de Nutrição e Saúde de Aves (LANSA), sendo: gravidade específica (GE); altura de albúmen (AA); índice de albúmen (IA); índice de gema (IG) e peso de casca (PC).

4.4.1 Gravidade específica (GE)

Para a realização da análise de gravidade específica foram utilizados 8 béqueres para imersão dos ovos em soluções salinas (Figura 3) de diferentes densidades, variando de 1,070 a 1,105 com variação de 0,005 para cada solução de acordo com metodologia sugerida por (Almeida *et al.*, 2015). A gravidade específica busca mensurar a porosidade da casca, de modo que quanto mais porosa a mesma, mais frágil ela é. A gravidade específica encontrada para cada ovo foi determinada pela menor solução em que o ovo flutuou.

Figura 3. Ovo imerso em solução salina à 1,090 g/mL.



Fonte: Arquivo pessoal.

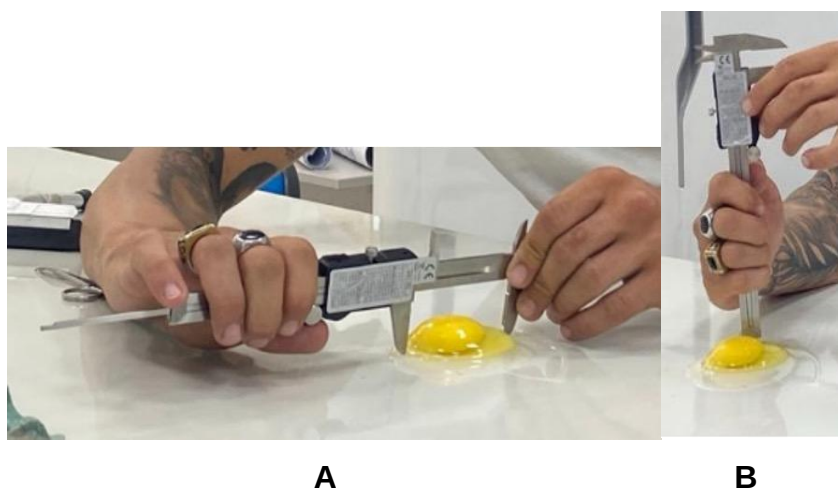
4.4.2 Altura do albúmen (AA)

A altura do albúmen foi realizada na parte do albúmen denso, numa região a 0,5 cm da borda da gema com o auxílio de um paquímetro.

4.4.3 Índice de albúmen (IA)

O índice de albúmen foi obtido pela relação entre a altura do albúmen espesso e a média aritmética dos diâmetros maior e menor desta camada (Figuras 4 A e B) (CARBÓ, 1987).

Figura 4. Medição dos diâmetros (A) e altura (B) do albúmen denso com paquímetro digital.



Fonte: Arquivo Pessoal.

4.4.4 Índice de gema (IG)

Na análise do índice de gema foram utilizados paquímetros digitais para a obtenção dos diâmetros transversais e longitudinais da gema medidos ainda dentro do albúmen, conforme metodologia descrita por Stadelman & Cotterill (1995). Mediante os resultados, foi empregada a seguinte fórmula:

$$IG = \frac{AG}{DG}$$

onde:

IG = índice gema

AG = altura da gema

DG = diâmetros da gema (média dos diâmetros transversal e longitudinal).

Quanto maior o valor do índice, melhor a qualidade do ovo, sendo considerados normais valores entre 0,3 e 0,5 (Delfino; Filho, 2004).

4.4.5 Peso de casca

As cascas dos ovos foram lavadas, enumeradas e secas em estufa à temperatura de 105 graus por 24 horas (Figura 5) no Laboratório de Bromatologia da FCAT - UNESP - campus de Dracena, e pesadas posteriormente em balanças com precisão de 0,01 g (Shao *et al.*, 2025).

Para avaliação da espessura de casca foi utilizado um micrômetro (0-25 mm).

Figura 5. Cascas dos ovos após 24h em estufa de secagem.



Fonte: Arquivo Pessoal.

Nos dias 22 e 23 de fevereiro de 2025, 48 ovos foram coletados, dois ovos por repetição, para realização das seguintes análises de qualidade: unidade Haugh (UH), espessura de casca (EC), resistência à quebra (RQ), coloração da gema (CG) além da pesagem dos ovos (PO) realizadas no Laboratório ATM em Bastos, onde foi utilizado o *Digital Egg Tester* DET-6000 (Figura 6).

Figura 6. *Digital Egg Tester* DET-6000.



Fonte: Arquivo Pessoal.

4.4.6 Peso dos ovos (PO)

A pesagem dos ovos era realizada de maneira automática pela máquina, a partir do momento que o ovo era colocado no suporte. Para gravação do resultado,

um botão lateral era apertado para que fossem salvos os dados no relatório do aparelho.

4.4.7 Resistência à quebra (Kgf)

O aparelho realizava a prensagem do ovo através de um sistema de baixa velocidade, onde é mensurada a quantidade de força necessária para a quebra da casca (Kgf). Após a quebra da casca um botão ao lado era acionado para que os dados de resistência à quebra fossem salvos no relatório.

4.4.8 unidade Haugh

A unidade Haugh é utilizada para expressar a qualidade do albúmen, correlacionando a altura da camada densa mais externa da clara com o peso do ovo. A equação utilizada para calcular a unidade Haugh é:

$$UH = 100 \times \text{Log} (H - 1,7 \times W^{0,37+7,6}) \text{ (Provenzano et al., 2007)}$$

O valor gerado pela equação está diretamente ligado à qualidade do ovo, em que quanto maior a UH melhor a qualidade do ovo.

A análise da unidade Haugh foi realizada na máquina Digital *Egg Tester* DET 6000. Ao quebrar o ovo, seu conteúdo era disposto no prato do equipamento, sendo mensurado: a coloração da gema e a altura do albúmen. Juntamente do peso do ovo tomado anteriormente tornou-se possível o cálculo da unidade Haugh. O próprio aparelho realiza os cálculos de acordo com as informações coletadas das amostras e apresenta o valor da UH na tela digital.

4.4.9 Coloração da gema (CG)

A coloração da gema era realizada pelo reconhecimento da cor através de laser e correlacionadas a escalas de cor como a YolkFan™. Um botão lateral era acionado para a ocorrência da gravação do resultado no relatório da máquina.

4.4.10 Espessura da casca

As cascas eram posicionadas sobre um micrômetro (Figura 7), adjacente ao *Egg Tester*, que aferia a espessura da casca dos ovos. Os dados coletados eram

salvos no relatório da máquina após o botão ser pressionado.

Figura 7. Micrômetro para aferição da espessura da casca.



Fonte: Arquivo Pessoal.

4.5 Impressão dos resultados coletados

Após a realização de todas as análises na máquina, os resultados ficaram salvos na tela digital presente no aparelho. Ao final da análise, todos os dados foram impressos por meio de uma impressora (Figura 8) ligada diretamente ao Digital Egg Tester DET 6000

Figura 8. Resultados impressos.



Fonte: Arquivo Pessoal.

4.6 Análise estatística

As análises dos dados foram realizadas pelo SAS OnDemand (SAS Institute, 2021) com critério de 5% de probabilidade. Todas as pressuposições foram verificadas antes das análises de inferência. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo procedimento MIXED, e quando houve efeito significativo dos tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey.

5 RESULTADO E DISCUSSÃO

Os dados apresentados na Tabela 1 mostram os resultados nas variáveis de qualidade de ovos de galinhas poedeiras vermelhas às 30 semanas de idade.

Tabela 1. Qualidade de ovos de galinhas poedeiras vermelhas em pico de postura criadas em diferentes densidades.

Variáveis ¹	Tratamentos ²			EPM ³ , %	P
	T1	T2	T3		
GE	1,0945	1,0944	1,0939	0,001	0,9038
AA (mm)	9,25	8,83	9,11	0,153	0,5413
UH	80,71	77,50	80,26	0,955	0,3466
IA	0,14	0,13	0,14	0,003	0,3087
IG	0,43	0,44	0,44	0,004	0,3937
EC (mm)	0,46	0,46	0,46	0,005	0,7968
PC (g)	6,20	6,42	6,25	0,057	0,2656
RQ (Kgf)	5,25	4,71	4,56	0,130	0,0731
CG (Escala YolkFan™ 1–15)	3,99	3,49	3,96	0,119	0,1605

¹ GE, Gravidade específica; AA, Altura de albúmen; UH, Unidade Haugh; IA, índice de albúmen; IG, Índice de gema; EC, Espessura de casca; PC, Peso de casca; RQ, Resistência à quebra; CG, Coloração da gema.

² T1, 2 aves/gaiola; T2, 4 aves/gaiola; T3, 6 aves/gaiola.

³EPM, erro padrão da média.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na análise de qualidade dos ovos observou-se que não houve diferença ($P > 0,05$) entre densidades para todas as variáveis testadas: GE, gravidade específica; AA, altura de albúmen; UH, unidade Haugh; IA, índice de albúmen; IG, índice de gema; EC, espessura de casca; PC, peso de casca; RQ, resistência à quebra e CG, coloração da gema. Os resultados indicaram que nos diferentes níveis de densidades estudados as galinhas conseguiram manter um padrão estável nas características qualitativas dos ovos, sem quaisquer prejuízos físicos ou estruturais

das amostras testadas. Resultados similares foram encontrados por Geng *et al.* (2020), que também observaram ausência de variações significativas nos parâmetros de qualidade de ovos de poedeiras criadas em piso alojadas em diversas densidades (5, 6, 7 e 8 aves/m²), sugerindo uma capacidade adaptativa considerável das aves em densidades de alojamento elevadas.

De acordo com Kang *et al.* (2016) fatores como manejo nutricional equilibrado, ventilação e temperatura controladas acabam exercendo uma influência mais determinante na qualidade dos ovos do que a densidade por si só. Os animais tendem a ajustar sua fisiologia e comportamento alimentar em resposta às pequenas mudanças no espaço disponível, contribuindo para a manutenção da qualidade dos ovos, mesmo que em uma densidade maior.

Em contradição, estudo conduzido por Esenbuga *et al.* (2023) evidenciam que densidades excessivas podem ocasionar sutis alterações na unidade Haugh e na espessura da casca, embora esses efeitos variem entre os estudos e geralmente são dependentes da interação entre fatores genéticos, nutricionais e de ambiente. No presente trabalho a ausência de efeitos negativos significativos pode estar ligado a manutenção correta de condições como conforto térmico, espaço e ventilação dentro dos limites adequados para o bem-estar animal, evidenciando o fato de que se realizada da maneira correta e respeitando o bem-estar animal, o aumento na densidade de alojamento pode ocorrer sem gerar prejuízos na qualidade dos ovos.

A estabilidade em variáveis como IG, EC e UH reforça a ideia de que a fisiologia de postura permaneceu em equilíbrio. Segundo Alig *et al.* (2023), a UH é um dos principais indicadores de qualidade interna do ovo e pode ser diretamente afetado por fatores como estresse.

Reforçando nossos resultados, Roy *et al.* (2022) e Uysal *et al.* (2024) afirmaram que as densidades de alojamento, dentro das faixas adequadas (até 4 aves/gaiola em Roy *et al.*, 2022, e entre 5 e 10 aves/gaiola em Uysal & Laçin, 2024), acabam não exercendo efeito negativo significativo sobre a qualidade dos ovos. Essa discussão tem grande relevância para o setor, pois abre a possibilidade de incrementar o número de animais por área, atingindo uma maior produtividade no mesmo espaço, sem comprometer a qualidade do produto final. A determinação de densidades seguras de alojamento se torna um ponto chave no equilíbrio entre a rentabilidade econômica, produtividade e bem-estar animal na avicultura moderna.

Segundo Akyol *et al.* (2024) linhagens comerciais selecionadas para alta produção mantiveram a unidade Haugh e a qualidade da casca estáveis, mesmo que sob alta densidade ($>450 \text{ cm}^2/\text{ave}$). No presente estudo, a oferta de uma dieta equilibrada e um ambiente controlado possivelmente contribuíram para que os impactos fisiológicos causados pela densidade excessiva fossem pouco evidentes, demonstrando que o bem-estar oferecido às aves atuaram como moderadores dos efeitos adversos que a densidade excessiva pode causar.

A possibilidade de manter a qualidade dos ovos em maior densidade representa uma importante vantagem para os sistemas de produção comerciais, pois permite otimizar o espaço, reduzindo o custo por ave, sem perder as características qualitativas dos ovos. Roy *et al.* (2022) avaliaram sistemas de alojamento convencionais e enriquecidos, constatando que em densidades moderadas não há perda na qualidade dos ovos, promovendo maior eficiência produtiva por área útil. Tais resultados corroboram com os do presente estudo, reforçando a ideia de que desde que respeitados os limites de bem-estar, o aumento na densidade de alojamento contribui para o aumento da produção sem perda na qualidade dos ovos.

Vale ressaltar que a ausência de um impacto negativo significativo não descarta a possibilidade de que densidades excessivamente altas possam comprometer o bem-estar animal e a qualidade dos ovos. Trabalhos futuros deverão analisar períodos mais longos de criação, fora do pico de produção e em densidades maiores, além de uma avaliação sensorial dos ovos, conforme proposto por Zaazaa *et al.* (2023). Tais análises permitirão uma compreensão mais ampla da qualidade dos ovos em função do aumento na densidade de criação.

6 CONCLUSÃO

O uso de duas, quatro ou seis galinhas poedeiras vermelhas em pico de postura/gaiola (1,00 m de comprimento x 0,50m de profundidade x 0,50 m de altura) não influencia a qualidade dos ovos, indicando que as aves foram capazes de manter um padrão de qualidade consistente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAHAM, M.E.; ROBINSON, C.I.; SERPA, P.B.S.; STRANDBERG, ERASMUS, N.J.; M.A.; FRALEY, G.S.; ERF, G.F.; KARCHER, D.M. Cage-free pullets minimally affected by stocking density stressors. **Animals**, v. 14, n. 10, p. 1513, 2024.
- AKYOL, A.; ŞEKEROĞLU, A.; TAINIKA, B.; ŞENTÜRK, Y. E.; DUMAN, M.; ABACI, S. H.; GÜR, F. M. Effects of strain and stocking density on performance, egg size distribution, egg quality, and welfare in laying hens housed in enriched cage system. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 26, n. 3, p. 6, 2024.
- ALIG, B.; ANDERSON, N. K. E.; MALHEIROS, D. M.; HARDING, K. L.; MALHEIROS, R. D. Assessment of the effects of stocking density on laying hens raised in colony cages: Part II - Egg production, egg quality, and welfare parameters. **Poultry**, v. 4, n. 3, p. 28, 2025.
- ALIG, B.N.; MALHEIROS, R.D.; ANDERSON, K.E. The effect of housing environment on physical egg quality of white egg layers. **Poultry**, v. 2, n. 2, p. 222-234, 2023.
- ALMEIDA, D. S.; SCHNEIDER, A.F.; YURI, F.M.; MACHADO, B.D.; GEWEHR, C.E. Egg shell treatment methods effect on commercial eggs quality. **Ciência Rural**, v. 46, n. 2, p. 336-341, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL - ABPA. **Relatório anual 2025**. São Paulo: ABPA, 2025. Disponível em: <https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2025/04/ABPA.-Relatorio-Anual-2025.pdf>. Acesso em: 15 out. 2025.
- BIRHANU, M. Y.; AMPONSAH, R. O.; OBESE, F. Y.; DESSIE, T. Smallholder poultry production in the context of increasing global food prices: roles in poverty reduction and food security. **Animal Frontiers**, v. 13, n. 1, p. 17–25, 1 fev. 2023.
- BIST, R. B.; BIST, K.; POUDEL, S.; SUBEDI, D.; YANG, X.; PANERU, B.; MANI, S.; WANG, D.; CHAI, L. Sustainable poultry farming practices: a critical review of current strategies and future prospects. **Poultry Science**, v. 103, n. 12, p. 104295, dez. 2024.
- BONNEFOUS, C.; COLLIN, A.; GUILLOTEAU, L.A.; GUESDON, V.; FILLIAT, C.; GODBERT, S. R.; RODENBURG, T. B.; TUYTTENS, F. A. M.; WARIN, L.; STEENFELDT, S.; BALDINGER, L.; RE, M.; PONZIO, R.; ZULIANI, A.; VENEZIA, P.; VÄRE, M.; PARROTT, P.; WALLEY, K.; NIEMI, J. K.; LETERRIER, C. Welfare issues and potential solutions for laying hens in free range and organic production systems: A review based on literature and interviews. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 9, 5 ago. 2022.
- CARBÓ, C.B. **La gallina ponedora**. Madrid, Espanha: Ediciones Mundi – Prensa, 1987. 519 p
- DELFINO, J.; FILHO, B. **Avaliação do bem-estar de aves poedeiras em diferentes sistemas de produção e condições ambientais, utilizando análise de imagens**. 2004. 141 f. Tese (mestrado) - Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz, Universidade de São Paulo Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11131/tde-11052005-144156/publico/jose.pdf>>. Acesso em: 19 out. 2025.
- DOZIER, W.A; THAXTON, J.P.; PURSWELL, J.L.; OLANREWAJU, H.A.; BRANTON, S.L.; ROUSH, W.B. Stocking density effects on male broilers grown to 1.8 kilograms of body weight. **Poultry Science**, v. 85, n. 2, p. 344-351, 2006.
- ESENBUGA, N.; EKINCI, O. Dietary effects of some plant extracts on laying performance, egg quality, and some blood parameters in laying hens at different cage densities. **Animals**, v. 13, n. 24, p. 3866, 2023.

Estação Meteorológica da FCAT - UNESP - Campus de Dracena. Disponível em: <https://estacao.dracena.unesp.br/wxnoaaclimatereports.php>

EUGEN, K.V.; NORDQUIST, R.E.; ZEINSTRA, E.; STAA, D.J.V.D. Stocking density affects stress and anxious behavior in the laying hen chick during rearing. **Animals**, v. 9, n. 2, p. 53, 2019.

Food and agriculture projections to 2050 | Global Perspectives Studies / **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Disponível em:

<<https://www.fao.org/global-perspectives-studies/food-agriculture-projections-to-2050/en>>.

GENG, A.L.; LIU, H.G.; ZHANG, Y.; WANG, H.H.; CHU, Q.; YAN, Z.X. Effects of indoor stocking density on performance, egg quality, and welfare status of a native chicken during 22 to 38 weeks. **Poultry Science**, v. 99, n. 1, p. 163–171, 2020.

GÜL, E. T.; YILDIZ, A.; OLGUN, O. The importance of nutrition in alleviating high stocking density stress in poultry - A Review. **ProQuest**, p. 855–863, 2022.

HAMILTON, R.M.G. Methods and factors that affect the measurement of eggshell quality. **Poultry Science**, v. 61, p. 2022-2039, 1982.

HOFMANN, T.; SCHMUCKER, S.; GRASHORN, M.; STEFANSKI, V. Short- and long-term consequences of stocking density during rearing on the immune system and welfare of laying hens. **Poultry Science**, v. 100, n. 8, p. 101243, 2021.

JANICKA, K.; DRABIK, K.; WENGERSKA, K.; RUCIŃSKA, I. R. Effect of Stocking Density on Behavioural and Physiological Traits of Laying Hens. **Animals**, v. 15, n. 4, p. 604, 19 fev. 2025.

JIANG, D.; ZHOU, X.; XU, Y.; LIUFU, S.; FU, X.; XU, D.; TIAN, Y.; SHEN, X.; HUANG, Y. Effects of stocking density on ovarian development and maturation during the rearing period in Shan-ma ducks. **Poultry Science**, v. 101, n. 5, p. 101809, 2022.

JIN, T.; WANG, Y.; ZHANG, N.; LI, J.; WANG, Y.; KYLYAR, M. F. A.; HAN, Z.; LI, Y. Effect of stocking density and age on physiological performance and dynamic gut bacterial and fungal communities in Langya hens. **Microbial Cell Factories**, v. 20, n. 1, 4 dez. 2021.

KANG, H.K.; PARK, S.B.; KIM, S.H.; KIM, C.H. Effects of stock density on the laying performance, blood parameter, corticosterone, litter quality, gas emission and bone mineral density of laying hens in floor pens. **Poultry Science**, v. 95, n. 12, p. 2764–2770, 2016.

MAZZUCO, H. **Ovo: Alimento funcional, perfeito á saúde**. 2007, Disponível em: <https://www.ovosbrasil.com.br/wp-content/uploads/2016/09/2008-Mazzuco_Ovo-alimento-funcional-perfeito-%C3%A0-sa%C3%Bade_EMBRAPA-CNPISA.pdf>.

NETO, P.A.S.; COSTA, B.L.; OLIVEIRA, M.C.; CHAVES, M.J.L.; MENDES, L.M.; MONTE, A.L.S. Parameters for the evaluation of egg quality: a systematic review. **Nutrivisa - Revista de Nutrição e Vigilância em Saúde**, v. 11, n. 1, p. e12781, 22 maio 2024.

PEGORINI, C. S.; BUENO, R. S.; NUNES, C. G. V.; SOUZA, C.; PONTES, S. Efeito da densidade de alojamento na produção de poedeiras comerciais. **XIV Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica da UTFPR** (XIV SICITE – UTFPR). Volume 2, 2010.

PROVENZANO, L.; XAVIER, M.M.B.; PIMENTEL, F.V.; MORAES, I.A.; HUTTEN, G.C.; PARDI, H.S.; MANO, S.B. Avaliação da tipificação e classificação de ovos comercializados na cidade do Rio de Janeiro/RJ Brasil. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 14, n. 1, p. 19-22, 2007.

- ROBERTS, J. R. Factor affecting egg internal quality and eggshell quality in laying hens. 2004, Disponível em: <https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpsa/41/3/41_3_161/_pdf/-char/en> Acesso em: 22 out. 2025.
- ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, L. J.; GOMES, P. C. **Tabelas Brasileiras Para Aves e Suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/285909167_Tabelas_Brasileiras_Para_Aves_e_Suinos_Composicao_de_Alimentos_e_Exigencias_Nutricionais
- ROY, P.; KADAM, M.M.; BHAIASARE, D.B.; ROKADE, J.J.; BHANJA, S.K. Comparative effect of stocking density and flock size on performance and egg quality of laying hens in conventional and furnished California cages. **The Indian Journal of Animal Sciences**, v. 92, n. 12, p. 5, 2022.
- SHAO, D.; LIU, L.; TONG, H. Responses of laying performance, eggshell quality, and eggshell weight ratio in laying hens under different conditions. **Poultry Science**, v. 104, p. 2, 2025.
- SHARMA, M.K.; MCDANIEL, C.D.; KIESS, A.S.; LOAR, R.E.; ADHIKARI, P. Effect of housing environment and hen strain on egg production and egg quality as well as cloacal and eggshell microbiology in laying hens. **Poultry Science**, v. 101, n. 2, p. 101595, 2022.
- SINGH, M. MOLLIER, R. T.; PATON, R. N.; PONGENER, N.; YADAV, R.; SINGH, V.; KATIYAR, R.; KUMAR, R.; SONIA, C.; BHATT, M.; BABU, S.; RAJKHOWA, D. J.; MISHRA, V. K. Backyard poultry farming with improved germplasm: Sustainable food production and nutritional security in fragile ecosystem. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 6, 18 out. 2022.
- STADELMAN, W. J.; COTTERILL, O. J. Egg science and technology. 4. ed. binghamton: **Food Products Press**, 1995. Disponível em: https://api.pageplace.de/preview/DT0400.9781351453714_A31963203/preview-9781351453714_A31963203.pdf Acesso em: 27/10/2025
- TAINIKA, B.; ŞEKEROĞLU, A.; AKYOL, A.; ŞENTÜRK, Y. E.; ABACI, S. H.; DUMAN, M.; Effects of age, housing environment, and strain on physical egg quality parameters of laying hens. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 26, n. 3, p. 11, 2024.
- UYSAL, A.; LAÇIN, E. The effect of different cage densities on laying performance and egg quality in brown and white laying hens. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 26, n. 2, p. 8, 2024.
- VELLASCO, C. R.; GOMES, C. P.; DONZELE, J. L.; ROSTAGNO, H. S.; CALDERANO, A. R.; MELLO, H. H. C.; PASTORE, S. M. Níveis de cálcio e relação cálcio: fósforo em rações para poedeiras leves de 24 a 40 semanas de idade. **Ciência Animal Brasileira**, v. 17, n. 2, p. 206–216, jun. 2016.
- WANG, J.; ZHANG, C.; ZHANG, T.; YAN, L.; QIU, L.; YIN, H.; DING, X.; BAI, S.; ZENG, Q.; MAO, X.; ZHANG, K.; WU, C.; XUAN, Y.; SHAN, Z. Dietary 25-hydroxyvitamin D improves intestinal health and microbiota of laying hens under high stocking density. **Poultry Science**, v. 100, n. 7, 101132, 2021.
- ZAAZAA, S.; MUDALAL, M.; SABBAH, A.; FAYYAD, J.; OMAR, J.A. Influence of cage density and hen age on performance and egg quality in traditional systems. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 25, p. 5, n. 4, 2023.
- ZINCA, A. I.; LUNGU, V. D.; MOISE, A. E.; DRAGOTOIU, D. The influence of laying hen rearing systems and maintenance technologies on egg quality

parameters: A review. **Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies**, v. 57, n. 1, p. 260–260, 2024.